UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

CENTRE DE RECHERCHE SUR LES TRANSPORTS

CASE POSTALE 6128, SUCCURSALE A, MONTRÉAL, QUÉBEC, H3C 3J7

TECHNIQUES D'OPTIMISATION DES RÉSEAUX DE TRANSPORT POSTAUX: ÉVOLUTION DU LOGICIEL TRANSPØST

par

Philippe-Eric Landry*

* Chargé de projet, Société canadienne des postes

Communication présentée au 18e congrès annuel de l'Association québécoise du transport et des routes tenu à Québec les 17 et 18 mars 1983.

Université de Montréal
Centre de recherche sur les transports - Publication #290
Mars 1983

Dépôt légal - 2e trimestre 1983

RÉSUMÉ

Depuis sa création, le logiciel TRANSPØST n'a cessé d'évoluer dans le but précis de servir d'outil de base à la restructuration des réseaux de transport postaux. Initialement conçu dans un contexte académique, il a ensuite été testé et appliqué pour différents problèmes de transport du courrier en milieu urbain complexe, problèmes pour lesquels les résultats se sont avérés concluants. Cependant, l'expérience acquise par notre bureau de planification nous a démontré une difficulté croissante de l'interface des réseaux étant proportionnelle à la densité du tissu urbain et de ses contraintes inhérentes. L'objectif fondamental est donc une amélioration structurelle des circuits schématiques pour une aptitude à mieux décrire le réseau réel. L'atteinte d'un tel objectif n'est réalisable qu'avec l'utilisation d'une technique consistant à modéliser les composantes du réseau routier avant la génération des tournées. Les sections qui suivent résumeront les concepts et techniques développés en collaboration avec le Centre de recherche sur les transports de l'Université de Montréal.

1.0 INTRODUCTION

La problématique du transport postal en milieu urbain, si complexe soit-elle, s'apparente à tout problème type de transport de marchandise où nombre d'arrêts doivent être distribués à partir d'une origine et d'une destination à l'intérieur d'un cadre horaire pré-déterminé. Deux outils de base peuvent être utilisés pour définir des cheminements, soit par estimation des distances entre les arrêts ou par distance réelle. La distance estimée (euclédien ou Manhattan) produit des résultats fiables bien qu'étant limitée dans l'aspect descriptif du réseau. L'utilisation des distances réelles offre un potentiel descriptif intéressant mais les opérations de codage du réseau routier nécessaires au calcul de ces distances, représentent une somme de travail considérable. Or, au début de 1982, le Centre de recherche sur les transports recevait de la division CANSIM de Statistique Canada, des bandes magnétiques incluant une série "d'Area Master Files" (AMF) où chaque AMF contient diverses informations sur les rues et autres sortes de courbes des grands centres métropolitains du Canada. Parmi la quantité d'informations disponibles, trois types de données se sont avérés fondamentaux à la construction et au traitement du réseau, soit les données des rues, des arcs et des noeuds. C'est à partir de ces composantes que l'expérimentation s'est effectuée et toutes les étapes rattachées au logiciel dépendent de ces fichiers. Nous tenterons d'expliciter dans les prochaines sections le fonctionnement d'ensemble du système en fournissant un exemple concret d'expérimentation ainsi que les résultats obtenus.

2.0 STRUCTURE GENERALE DU LOGICIEL

La figure No. 1 représente la structure générale de fonctionnement du logiciel. Trois phases successives et sept étapes sont requises pour l'obtention des tournées optimales réalisables. La première phase est celle du traitement des "AMF" où le réseau des voies carrossables est décodé afin de localiser le(s) sous-ensemble(s) choisi(s) par l'usager (étapes 1 et 2). La phase 2 est dite préparatoire à l'application du logiciel. Plusieurs programmes et procédures sont appliqués et consistent à orienter, structurer et valider le réseau routier. La phase 3 est celle de la génération des tournées: en étape 4, l'usager localise à l'aide d'un "bottin" des rues (voir tableau No. 1) les points de demande spécifiques à un sous-ensemble qui sont par la suite traités par les programmes générateurs (étape 5) et pour lesquels des résumés de parcours, des traçages schématiques ainsi que des rapports de tournées sont produits. L'étape 6 est importante dans le processus puisqu'elle fait le lien entre modélisation et opération: l'interface des réseaux est l'étape où les parcours sont modifiés de façon itérative avec l'ensemble des contraintes de cheminement jusqu'à satisfaction de l'usager. L'étape finale (étape 7) consiste à mettre à jour les

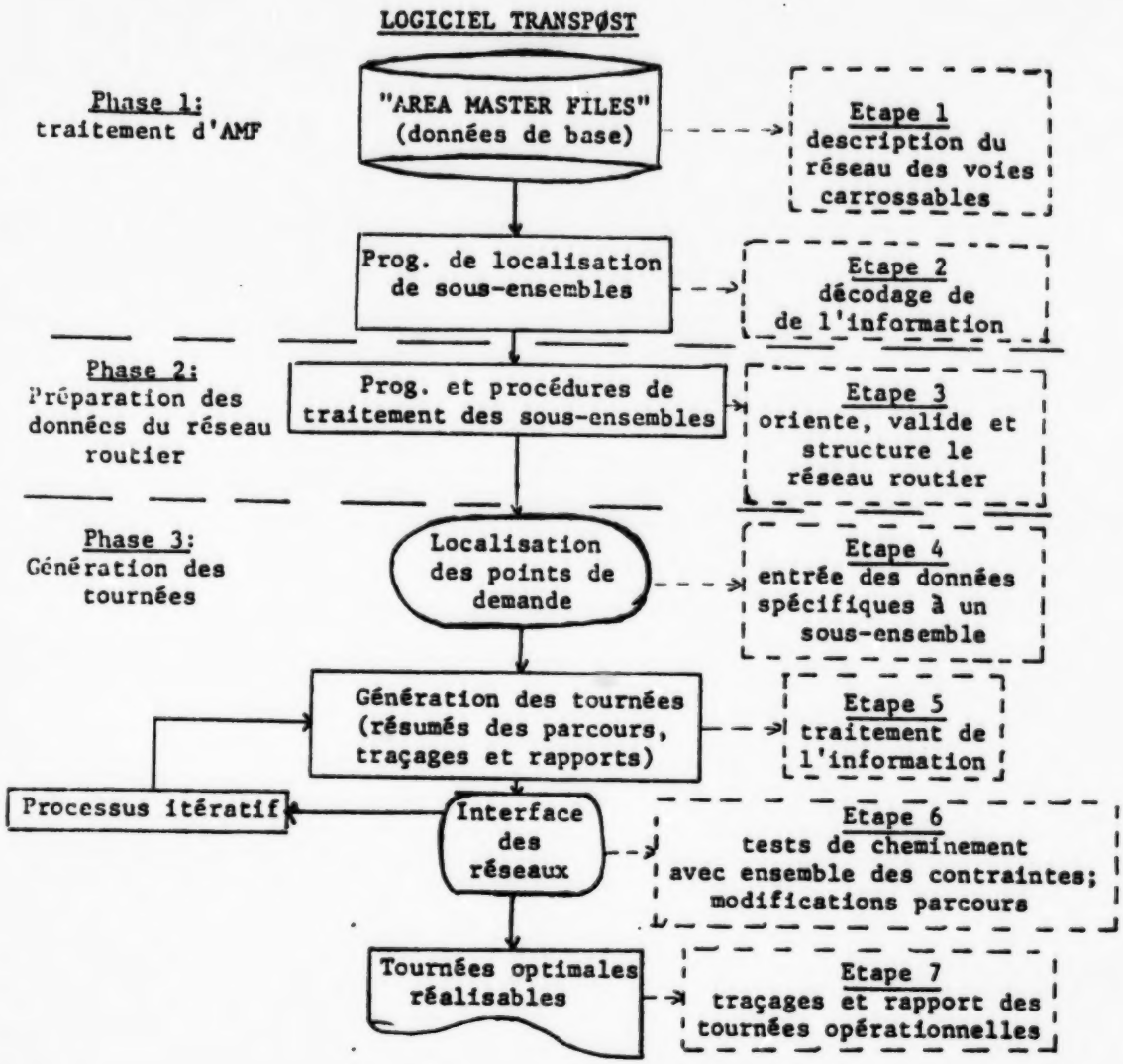

LOGICIEL TRANSPØST
Phase 1:
traitement d'AMF
"AREA MASTER FILES"
(données de base)
Etape 1
description du
réseau des voies
carrossables
Prog. de localisation
de sous-ensembles
Etape 2
décodage de
de l'information
Phase 2:
Préparation des
données du réseau
routier
Prog. et procédures de
traitement des sous-ensembles
Etape 3
oriente, valide et
structure le
réseau routier
Phase 3:
Génération des
tournées
Localisation
des points de
demande
Etape 4
entrée des données
spécifiques à un
sous-ensemble
Génération des tournées
(résumés des parcours,
traçages et rapports)
Etape 5
traitement de
l'information
Processus itératif
Interface
des
réseaux
Etape 6
tests de cheminement
avec ensemble des contraintes;
modifications parcours
Tournées optimales
réalisables
Etape 7
traçages et rapport des
tournées opérationnelles

Figure No. 1

nouveaux circuits et à produire les traçages et rapports des tournées optimales réalisables.

La distinction entre ancienne et nouvelle version du logiciel réside dans la préparation des données. Dans la technique d'estimation des distances seul le géo-codage des arrêts, soutenu par des techniques astucieuses, telles barrières de cheminement et zones de vitesse, suffisaient comme base d'information. On entrait donc directement en phase 3 du logiciel dès le codage complété. Nous démontrerons à la prochaine section les avantages de l'utilisation des réseaux routiers en exposant un exemple concret d'application.

3.0 EXEMPLE D'APPLICATION DU LOGICIEL AVEC UTILISATION DES "AREA MASTER FILES"

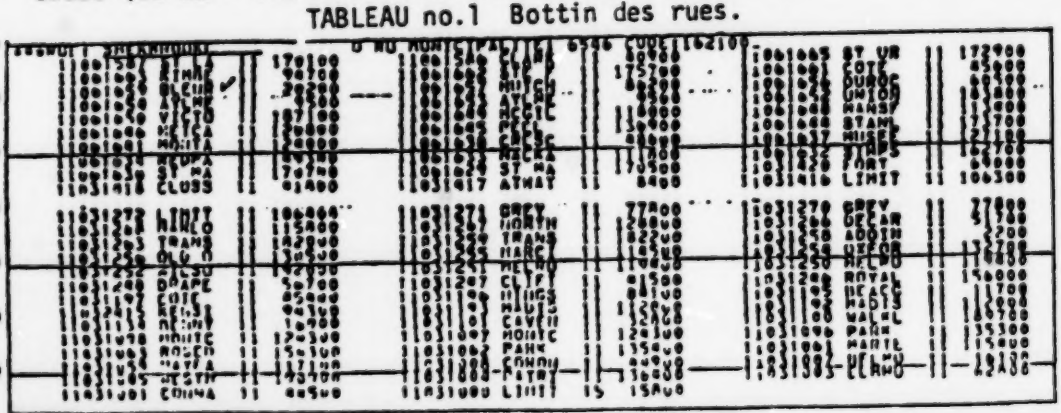
3.1 Contexte de l'expérimentation

Le contexte choisi pour expérimenter la nouvelle technique est celui de la collecte des boîtes aux lettres dans le secteur Centre-ville (planche No. 1). Afin de satisfaire des stratégies de recherche opérationnelle basées sur un concept de décentralisation, le cadre spatial a été divisé en six (6) zones d'analyse pour lesquelles les tournées seront générées. Les arrêts sont définis comme étant des points de demande fixes et le cadre horaire retenu pour comparer les résultats est de 120 minutes. Le lecteur retrouvera dans les prochaines sous-sections les principales étapes élaborées à la figure No. 1.

3.2 Décodage de l'information

L'outil de base utilisé pour localiser et traiter le secteur complet et/ou les sous-ensembles se résume au "bottin" des rues dont un exemple est présenté ci-dessous. Ainsi, la rue Sherbrooke est située dans la municipalité 6546 et détient le code 162100. Toutes les intersections (noeuds) sont par la suite énumérées avec leurs codes (ST LA = rue St-Laurent avec le code 11061587).

TABLEAU no.1 Bottin des rues.



Cartes du Secteur Centre-Ville

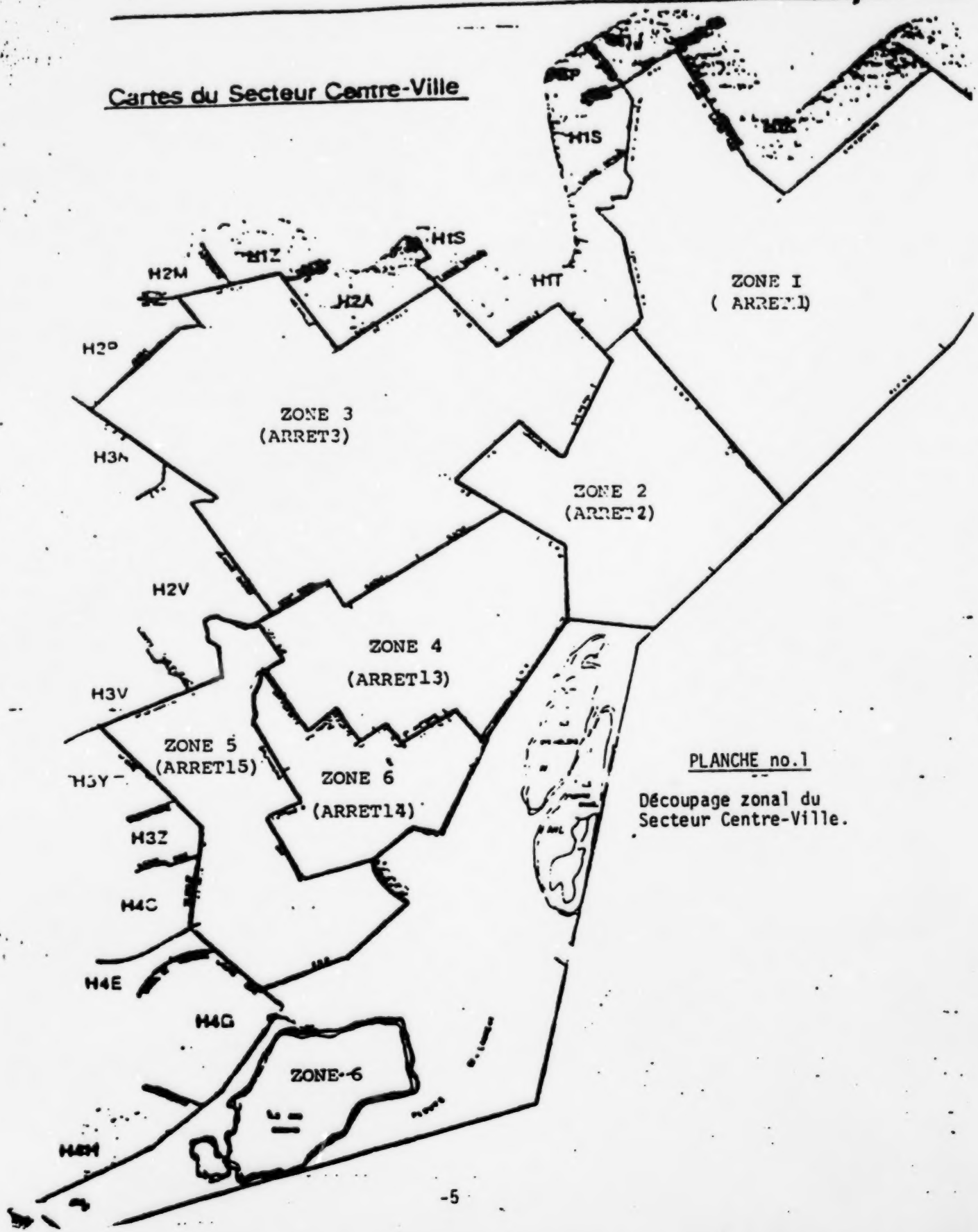


PLANCHE no.1

Découpage zonal du Secteur Centre-Ville.

Après l'obtention d'un bottin global de la région métropolitaine, l'usager définit les limites du territoire à analyser et fait tracer le réseau des voies carrossables (planche No. 2). Il définira les sous-ensembles de la même façon en apportant toutefois plus de précision dans la définition des codes d'intersection de façon à ce que le réseau soit continu. L'orientation des segments du réseau est aussi complétée à l'aide du bottin mais ne nécessite qu'un code d'intersection d'origine et un de destination pour chaque rue concernée.

3.3 Localisation des points de demande

Le codage des arrêts est une procédure nécessitant l'usage du bottin et de cartes sur lesquelles toute l'information concernant l'emplacement exact de ces arrêts et le sens par lequel ils doivent être desservis. Ces cartes, dont un exemple est présenté à la page 8 (planche No. 3), se sont révélés de précieux outils tout au long du processus.

L'usager génère un fichier de données des arrêts pour chaque zone d'analyse, tel que présenté ci-dessous.

TABLEAU no.2 Codage des arrêts.

(1 arret) YYYYAATT		ARRET)	82330		
1597	1	11052273		1	ST-LAURENT VILLENEUVE SUD-OUEST
1598	2	11052164	11052163	1	ST-LAURENT ST-JOSEPH NORD-OUEST
1611	2	11052084	11052083	1	DE CASPE LAURIER NORD-OUEST
1587	2	11052074	11052076	1	LAURIER ESPLANADE SUD
1589	2	11052164	11052165	1	SJO JOE SUD
1613	2	11052169	11052170	1	ST-JOSEPH HENRI JULIEN SUD-OUEST
1593	2	11052385	11052384	2	MONT-ROYAL 163 E NORD
1594	2	11052378	11052377	1	MONT ROYAL 85 NORD
1603	2	11051512	11051514	1	VAN HORNE DAVERLEY SUD-EST
1602	2	11051641	11051640	1	BERNARD 99 NORD
1588	2	11051824	11051823	1	ST-VIATEUR DAVERLEY NORD-OUEST
1604	2	11052037	11052036	1	ESPLANADE FAIRMONT NORD-EST
1590	2	11052040	11052042	1	ST-LAURENT FAIRMONT SUD-OUEST
1606	2	11051831	11051832	1	CASGRAIN ST-VIATEUR SUD-EST
1608	2	11051739	11051832	1	DE CASPE 5605 EST
1609	2	11051832	11051958	1	DE CASPE 5455 EST
1614	2	11051957	11051831	4	CASGRAIN 5425 + EST
1610	2	11051955	11051827	2	ST-LAURENT 5490 E OUEST
1173	2	11052187	11052188	1	FABRE ST-JOSEPH SUD-EST
1207	2	11052293	11052458	1	GILFORD PAPINEAU SUD-OUEST
1194	2	11052116	11052117	1	LAURIER 1808 SUD
1208	2	11052412	11052297	1	GILFORD DELORIMIER SUD-EST
1192	2	11052120	11052121	2	LAURIER 2144 E SUD
1210	2	11052122	11052123	1	LAURIER MESSIER SUD-OUEST
1211	2	11052196	11052300	1	MESSIER GILFORD NORD-OUEST
1172	2	11052414	11052415	2	MONT ROYAL 2196 E SUD
1213	2	11061049	11061047	1	MARIE ANNE PARTHENAIS NORD-OUEST
1214	2	11061129	11061128	1	RACHEL 2225 NORD
1168	2	11061126	11061125	2	RACHEL 2113 E NORD

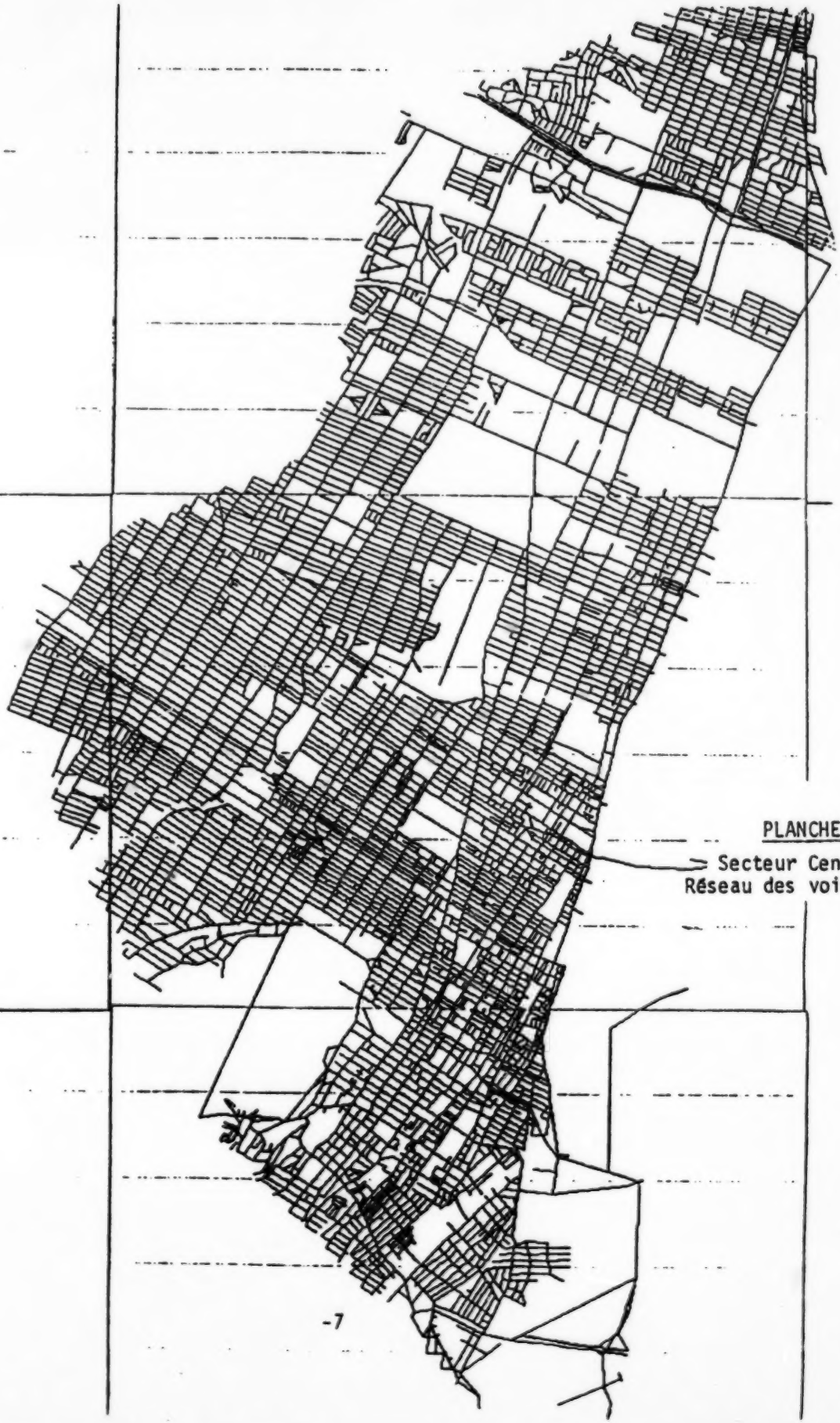
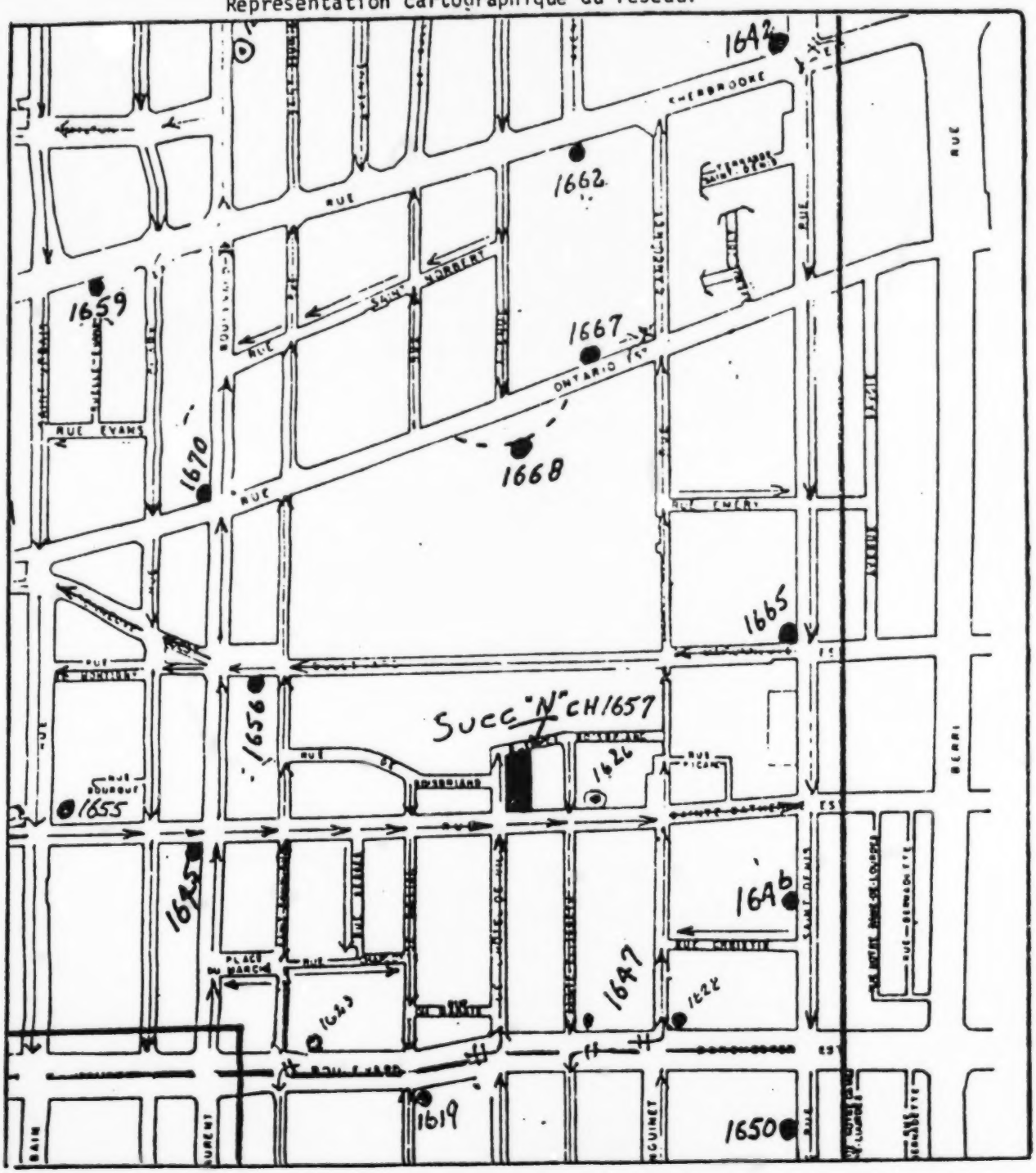


PLANCHE no.2

Secteur Centre-Ville,
Réseau des voies carossables.

PLANCHE no.3

Représentation cartographique du réseau.



Le traçage des arrêts présenté à la page 10 (plance No. 4) est par la suite effectué. Celui-ci permet de vérifier la qualité des opérations de codage et rend possible les corrections dans les cas de discontinuité des mailles du réseau routier.

3.4 Génération des tournées et interface

Comme pour l'ancienne version du logiciel, la génération des tournées est essentiellement composée de deux programmes principaux. Un premier a fonction de calculer les distances entre les arrêts et inclut une nouvelle sous-routine du plus court chemin entre les noeuds (algorithme de Dijkstra). La table des distances générée est ensuite utilisée par le programme générateur pour produire les circuits optimisés. Nous référons le lecteur à la publication originale du logiciel pour les détails techniques du programme.

Deux programmes périphériques vont permettre de vérifier et corriger au besoin les cheminements produits. L'interface des réseaux ne peut être complété qu'avec le soutien d'un traçage schématique des tournées (planche No. 5) et d'un rapport des séquences de chaque circuit obtenu (tableau No. 3).

Après le processus d'interface, l'usager met à jour les tournées en indiquant les nouvelles séquences et réapplique les programmes périphériques afin d'obtenir le réseau optimal réalisable.

4.0 CONCLUSION

4.1 Qualité des résultats

Le réel défi des techniques de génération des tournées est l'optimisation en milieu urbain complexe: plus le tissu urbain se densifie, plus les contraintes s'imposent au niveau des cheminements. La technique développée a résolu une bonne part de ces contraintes mais nous ne pouvons prétendre à une reproduction parfaite de la réalité. Toutefois, l'avantage a été de réduire de façon significative les interventions manuelles dues à l'interface.

L'aspect qualitatif des structures de tournées réside dans la compacité des circuits générés de façon à ce que les chevauchements entre les parcours soient évités. En cela, les techniques d'estimation des distances et de distances réelles ont toutes deux bien rempli leur rôle. La différence se situe plutôt au niveau de la qualité des cheminements produits. L'utilisation d'un réseau routier pour lequel les segments sont orientés ne peut qu'influencer positivement les résultats. De plus, une limitation inhérente au système d'estimation

PLANCHE NO.4

Zone 1, localisation des arrêts.

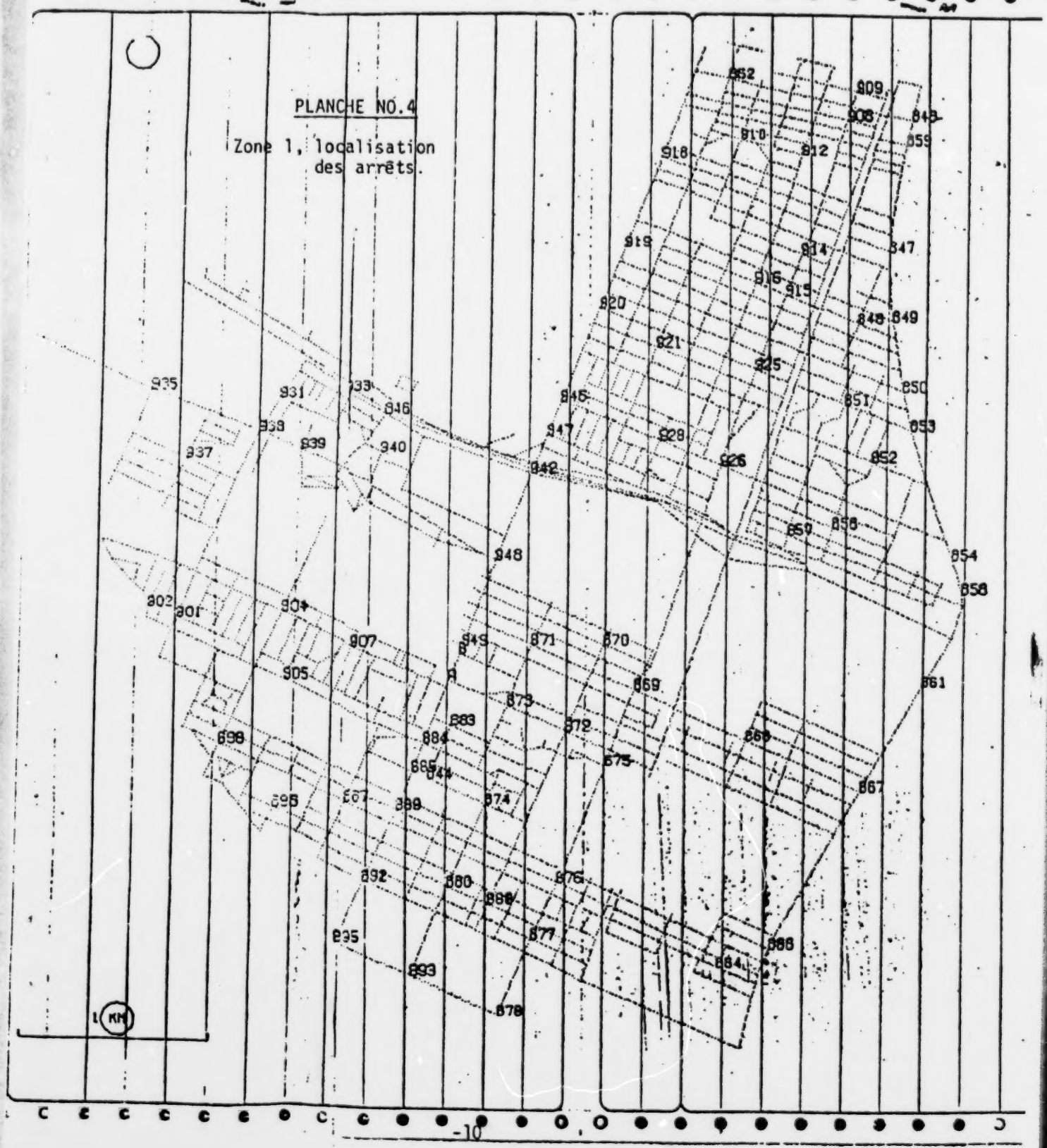


PLANCHE no.5

Zone3, tracage schématique d'un circuit.

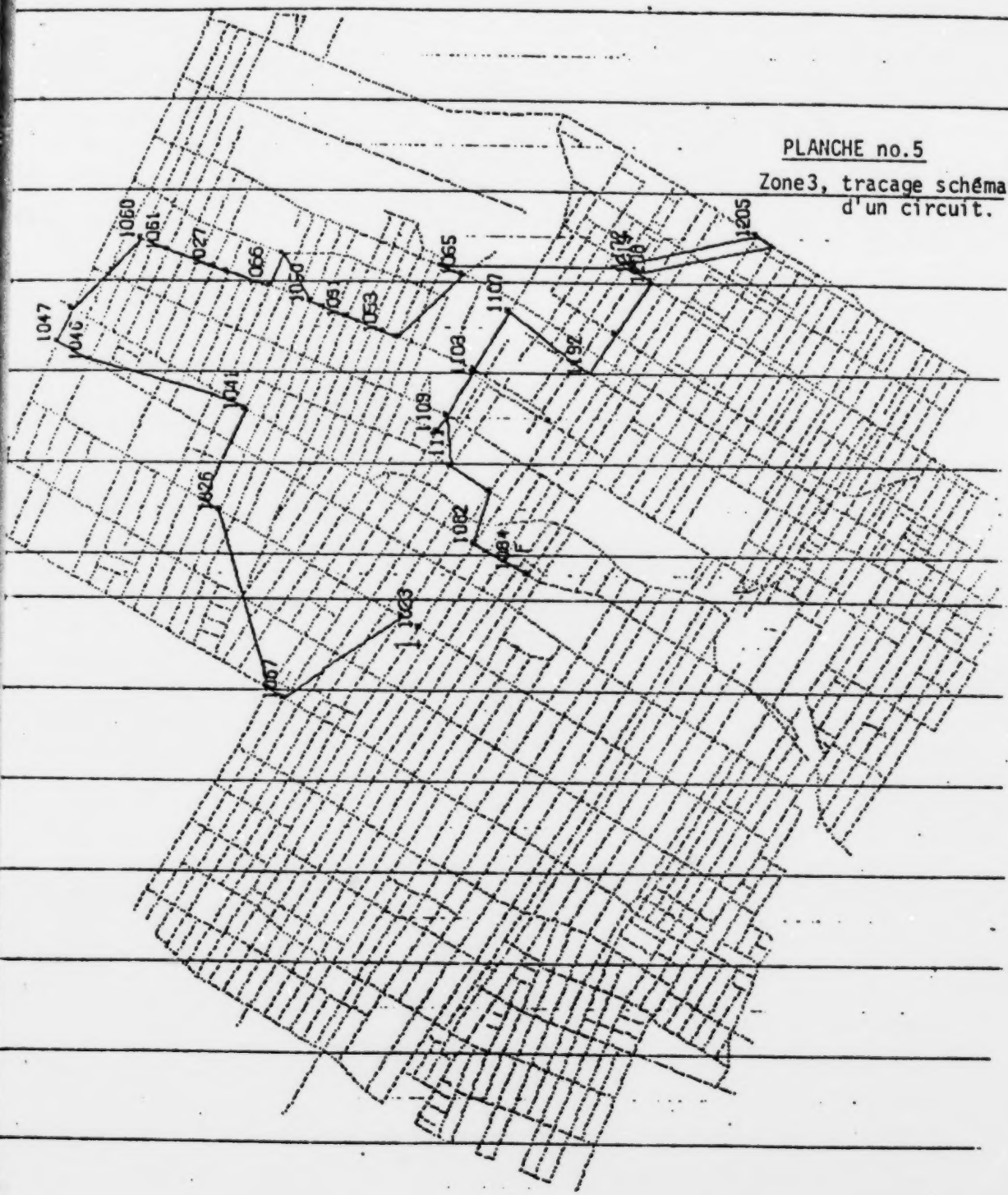


TABLEAU no.3

Rapport de tournée.

***** ROUTE NUMERO 1 *****

	NUMERO	NOM DE L'ARRET
1	1023	BEAUBIEN 2934 ⇔ BUD
2	1047	DELANDER 2496 ⇔ BUD
3	1026	BEAUBIEN 3234 BUD
4	1041	ROSEMONT 3442 ⇔ BUD
5	1046	BELLECHASSE 3930 BUD
6	1047	PIE IX ROSEMONT NORD-OUEST
7	1060	MASSON 3943 NORD
8	1061	MASSON 108 AVENUE NORD-OUEST
9	1027	MASSON 138 AVENUE NORD-EST
10	1044	MASSON 3430 ⇔ BUD
11	1030	MASSON 9E AVENUENORD-EST
12	1031	MASSON 6E AVENUENORD-EST
13	1033	MASSON 3E AVENUENORD-EST
14	1065	ST-JOSEPH PLACE CHABBE BUD-EST
15	1172	MONT ROYAL 2196 ⇔ BUD

était celle de la transférabilité des arrêts pour satisfaire aux cheminements. Avec la nouvelle technique, il a été possible d'orienter non seulement le réseau routier mais aussi le sens par lequel un arrêt doit être collecté. La modélisation de cette contrainte représente un gain important dans la recherche entreprise.

Quoi qu'il en soit, les résultats obtenus par application du logiciel ont permis à la Société des postes des gains de l'ordre de 27% par rapport au réseau de collecte existant et pour un même niveau de service. Des gains substantiels ont, par ailleurs, été réalisés pour le contexte de collecte du courrier prioritaire dans le Montréal métropolitain. En effet, une analyse systématique de la demande appuyée par la technique d'optimisation a généré des économies de 42% par rapport aux approches traditionnelles pour un réseau partiellement dédié.

4.2 Contextes d'application et extensions prévues

Bien que conçu pour résoudre les problèmes de transport postaux, le logiciel TRANSPØST est un modèle général dans le sens où le degré actuel de flexibilité du système permet l'analyse de tout problème de transport à points de demande fixes. De plus, les enregistrements contenus dans les bandes magnétiques des "AMF" fournissent les données de base nécessaires au logiciel pour traiter les principales agglomérations au Canada. Un retour à la technique d'estimation des distances est toutefois possible dans tout cas où la codification de réseau est inexistante. La représentation cartographique du réseau et de ses composantes demeure donc le seul outil indispensable au processus de génération des circuits optimisés.

Dans le contexte postal, les extensions prévues en termes de recherche et expérimentation touchent principalement l'adaptation du système pour l'analyse des points de demande variables, telle la problématique de distribution des colis. Les projets actuels proposés au bureau de planification sont l'application du logiciel pour l'optimisation des réseaux d'armoires à relais ainsi que les levées des boîtes aux lettres pour de nouveaux secteurs de distribution postale.